

**NASKAH PUBLIKASI**

**PERANCANGAN SISTEM MEKANIKAL ELEKTRIKAL  
PLUMBING (MEP) PADA GEDUNG PERAWAT STIKES  
MUHAMMADIYAH KLATEN**



Disusun Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata  
Satu (S-1) Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan oleh:

**DEDY IMAN FAWZI**

D 400 100 027

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2015**

# **PERANCANGAN SISTEM MEKANIKAL ELEKTRIKAL PLUMBING (MEP) PADA GEDUNG PERAWAT STIKES MUHAMMADIYAH KLATEN**

**DEDY IMAN FAWZI**

Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta

Email : [dedy.iman@gmail.com](mailto:dedy.iman@gmail.com)

## **Abstrak**

*Gedung perawat di STIKES Muhammadiyah Klaten merupakan sebuah gedung kuliah yang cukup besar. Gedung perawat di STIKES Muhammadiyah Klaten ini dilengkapi berbagai fasilitas dan desain interior yang bagus untuk kenyamanan bagi para mahasiswa/mahasiswi maupun karyawan tersebut. Agar kualitas pelayanan dan kenyamanan gedung bisa terjaga dengan baik dan maksimal, maka perlu adanya perancangan sesuai standard yang berlaku dan pemeliharaan serta pengaturan yang baik. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui hasil perancangan instalasi listrik pada gedung, kapasitas/kebutuhan AC ruang pada gedung dan hasil perancangan sistem plumbing.*

*Dalam penelitian dibahas cara melakukan perancangan dan analisis, dimulai dari pengukuran gedung, perhitungan kebutuhan lampu dalam ruangan, besarnya daya listrik, luas serta diameter penghantar kabel yang digunakan, perhitungan kebutuhan/kapasitas ac dalam ruangan dan perhitungan kebutuhan/kapasitas pompa air yang dibutuhkan serta sistem kelola air. Setelah itu digambar diagram perancangan mekanikal elektrik plumbing (MEP) menggunakan AutoCAD 2010 dan mengetahui rencana anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan.*

*Hasil perancangan menunjukkan bahwa, daya listrik yang dibutuhkan untuk gedung perawat di STIKES Muhammadiyah Klaten adalah sebesar 99.85 kVA dengan pengaman arus pada MCB pusat sebesar 200 A. Kapasitas daya genset yang dipakai sebesar 130 kVA. Dalam perancangan tata udara AC dihasilkan rata-rata ruangan sebesar 1.5 PK, 2 PK dan 2.5 PK. Pemakaian air bersih rata-rata di gedung ini sebesar 8.89 m<sup>3</sup>/jam, kebutuhan head pompa 27.6 m, dengan kapasitas tangki air sebesar 7480 liter. Kebutuhan biaya mekanikal elektrik plumbing (MEP) sebesar Rp. 527.042.003,00.*

**Kata kunci :** *Instalasi listrik, Instalasi sistem tata udara, Instalasi sistem plumbing, AutoCAD 2010, Analisis daya, Biaya mekanikal elektrik plumbing (MEP).*



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura Telp. (0271) 717417 Fax. 715448 Surakarta 57102

Website: <http://www.ums.ac.id>

Email: [ums@ums.ac.id](mailto:ums@ums.ac.id)

**Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah**

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/ tugas akhir :

Nama : Hasyim Asy'ari, ST. MT.

NIP : 981

Nama : Agus Supardi, ST. MT.

NIP : 883

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/ tugas akhir dari mahasiswa :

Nama : DEDY IMAN FAWZI

NIM : D400100027

Program studi : Teknik Elektro/ Teknik

Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN SISTEM MEKANIKAL ELEKTRIKAL  
PLUMBING (MEP) PADA GEDUNG PERAWAT STIKES  
MUHAMMADIYAH KLATEN

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, 24 Maret 2015

Pembimbing I

Hasyim Asy'ari, ST. MT.

Pembimbing II

Agus Supardi, ST. MT.

## 1. PENDAHULUAN

Perencanaan sistem instalasi listrik pada suatu bangunan haruslah mengacu pada peraturan dan ketentuan yang berlaku sesuai dengan PUIL 2000 dan undang-undang tenaga listrikan 2002. Pada gedung biasanya membutuhkan energi listrik yang cukup besar, oleh karena itu pendistribusian energi listriknya harus diperhitungkan sebaik mungkin agar energi listrik dapat terpenuhi dengan baik dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Masalah yang biasa ditimbulkan dari pemasangan instalasi listrik di bangunan gedung yang salah, seperti kurang daya, konsleting, alat-alat elektronik yang rusak karena listrik tidak stabil bahkan bisa ke hal-hal yang fatal seperti kebakaran. Bila semua itu dilakukan dengan cara yang tepat, maka hasilnya pun akan dirasakan langsung, yaitu kondisi aman dan nyaman selama menggunakan listrik.

Salah satu fasilitas yang diterapkan atau dipasang pada bangunan perkantoran dan ruang kuliah, adalah alat pendingin udara (tata udara) atau lebih familiar dengan istilah *air conditioner* (AC). Sering kali dalam pemasangan *air conditioner* pada rumah dan gedung yang memiliki ruang yang banyak atau ruangan yang luas, terpasang perangkat lebih dari satu, sehingga berdampak besarnya konsumsi daya listrik. Untuk *air conditioner* 1 PK menyerap daya rata-rata 746-800 watt.

Pada saat ini perlengkapan gedung semakin canggih dan harus dapat memenuhi kebutuhan serta menjamin keamanan dan keselamatan penggunaanya, salah satunya adalah sistem *plumbing*. Sistem *plumbing* ini berfungsi untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup dan membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya. Dalam perancangan sistem *plumbing* harus diperhatikan fungsi dari

gedung yang akan dirancang dan jumlah penghuni yang akan menempati gedung tersebut serta sumber air yang akan digunakan dan fasilitas pembuangan.

## 2. METODE PENELITIAN

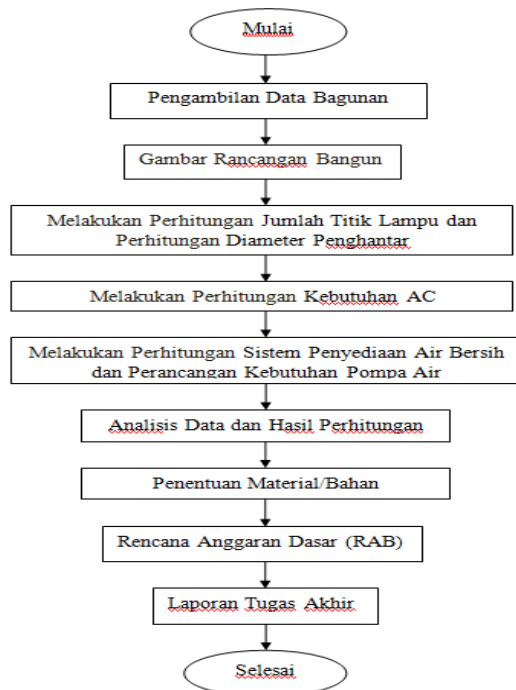
Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penelitian dimulai dengan mempelajari denah gedung perawat di STIKES Muhammadiyah Klaten dan fungsi ruangan gedung tersebut. Selanjutnya penulis menentukan jumlah lampu yang dipakai serta beban yang digunakan juga diketahui dan menentukan jumlah dan kapasitas AC yang digunakan serta beban yang digunakan juga diketahui.

Peneliti menghitung dan menganalisis kebutuhan daya instalasi penerangan dan AC. Perhitungan kebutuhan daya yang digunakan untuk menentukan arus pengaman yang ada di MCB. Setelah itu peneliti menghitung diameter penghantar dan menghitung rugi tegangan pada beban lampu dan AC di tiap lantai.

Peneliti menganalisis sistem *plumbing* pada gedung yang berupa menghitung kebutuhan air bersih, tangki air, sistem pemipaan dan menentukan kapasitas *head* pompa serta pompa *booster*. Setelah mengetahui hasil dari perhitungan penulis menggambar denah bangunan dan single line diagram kelistrikan serta pemipaan pada perancangan *mekanikal elektrik plumbing* (MEP) dengan program AutoCAD. Terakhir penulis membuat rencana anggaran biaya (RAB).

### 2.1. Alur Diagram Perancangan

Adapun jalannya perancangan diperlihatkan pada diagram alur perancangan 2.1



Gambar 2.1. Diagram alur perancangan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Analisis Penelitian

Gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten memiliki 4 bangunan yang terdiri dari gedung utama yang difungsikan sebagai kontor dosen dan ruang pertemuan, gedung barat difungsikan sebagai kelas jurusan farmasi, gedung timur difungsikan sebagai kelas jurusan perawat dan gedung selatan difungsikan sebagai laboratorium dan gudang.

Peneliti menganalisis perancangan sistem *mekanikal elektrik plumbing* (MEP) untuk gedung timur/perawat yang terdiri dari 2 lantai, pada lantai 1 terdapat 7 ruangan dan lantai 2 terdapat 7 ruangan (tidak termasuk toilet dan lorong), luas keseluruhan untuk lantai 1 dan 2 sama 814 m<sup>2</sup> dan tinggi bangunan gedung 11 m, diukur dari permukaan tanah sampai atap tertinggi mulai dari lantai 1 sampai 2. Untuk tinggi dalam ruangan dari lantai sampai plafon 4 m.

#### 3.2. Penentuan Jumlah Titik Lampu atau Armatur

Penentuan titik lampu pada lantai 1 dan 2 dengan perhitungan dapat dilakukan dengan mengetahui panjang, lebar, tinggi dan kegunaan ruangan tersebut sehingga dapat diketahui intensitas penerangannya. Selain itu harus memperhatikan efisiensi penerangannya ( $\eta$ ). Efisiensi penerangan ini dipengaruhi oleh indeks ruangan ( $k$ ) menentukan *flux* cahaya dan faktor refleksinya. Untuk ruang yang berada di STIKES Muhammadiyah Klaten faktor refleksi ( $r$ ) adalah sebagai berikut :

Tembok dicat putih ( $r_w$ )	: 0.5
Langit-langit putih ( $r_p$ )	: 0.7
Lantai terang ( $r_m$ )	: 0.1

##### 3.2.1. Ruangan Kelas C.1.1 dan C.2.1

Ruangan ini mempunyai ukuran yang sama antara C.1.1 lantai 1 dan C.2.1 lantai 2, dengan panjang : 11 m, lebar : 9 m, Sehingga luasnya sebesar 99 m<sup>2</sup> dan tinggi  $h = 4 \text{ m} - 0.8 \text{ m} = 3.2 \text{ m}$  (lampu dipasang pada langit-langit dan bidang kerja  $\pm 0.8 \text{ m}$ ). Lampu yang digunakan untuk ruangan ini adalah 1 x LHE 45 W, dimana tiap lampu menghasilkan 3000 lumen. Karena ruangan ini digunakan sebagai ruang kelas, maka intensitas penerangan yang dipakai sebesar 250 *lux*. Menentukan indeks ruangan :

$$k = \frac{p \times l}{h(p + l)} = \frac{11 \times 9}{3.2(11 + 9)} = 1.5$$

Menentukan efisiensi penerangan ( $\eta$ ), diperoleh :  $\eta = 0.51$ .

Menentukan intensitas penerangan ( $E$ ), diperoleh :  $E = 250 \text{ lux}$ .

Menentukan *flux* cahaya :

$$\phi = \frac{E \times A}{\eta} = \frac{250 \times (11 \times 9)}{0.51} = \frac{24750}{0.51} = 48529$$

Menentukan jumlah armatur / titik lampu:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{flux cahaya yang diperlukan}}{\text{flux armatur}} \\
 &= 48529/3000 \\
 &= 16.1 = 16 \text{ armatur}
 \end{aligned}$$

Maka jumlah lampu yang dipakai dalam ruangan ini adalah sebanyak 16 lampu.

### 3.3. Penentuan Kapasitas AC

Menggunakan AC secara optimal sebaiknya selalu mempertimbangkan kekuatan daya AC berdasar luasan ruangan yang akan digunakan. Penentuan kapasitas AC pada lantai 1 dan 2 dengan perhitungan dapat dilakukan dengan mengetahui panjang, lebar, tinggi, Selain itu harus memperhatikan posisi ruangan (I) nilai I didapat dengan mempertimbangkan posisi ruangan dan memperhatikan arah ruangan (E). Karena satuan BTU/h mengacu pada sistem pengukuran inggris (*british*) maka untuk perhitungan luas (dengan pakai rumus), digunakan ukuran *feet* (kaki) misal jika 3 m : 10 kaki → 1 m : 3.33 kaki.

#### 3.3.1. Ruang Kelas C.1.1 dan C.2.1

Ruangan ini mempunyai ukuran yang sama antara C.1.1 lantai 1 dan C.2.1 lantai 2, dengan panjang : 11 m, lebar : 9 m, dan tinggi : 4 m.

1. Untuk posisi ruangan C.1.1 berinsulasi berada di lantai bawah atau berimpit dengan ruangan lain besaran nilai I : 10, dan arah ruangan menghadap ke barat dengan nilai E : 20.

$$\begin{aligned}
 Btu &= \frac{(W \times H \times I \times L \times E)}{60} \\
 &= \frac{(36 \times 13 \times 10 \times 29 \times 20)}{60} \\
 &= 45240 \text{ Btu}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah AC, didapatkan dengan terlebih dahulu menentukan jumlah AC yang dipasang, kemudian hasil perhitungan nilai Btu

dias di bagi dengan jumlah AC yang dipasang, kemudian mencari kapasitas daya/PK, yang mendekati hasil pembagian nilai Btunya. Maka kapasitas AC yang di pilih 2 PK dan jumlah AC yang dipakai dalam ruangan ini adalah sebanyak 3 buah.

2. Untuk ruang C.2.1 berinsulasi berada di lantai atas ruangan yang nilai I : 18 dan arah ruangan menghadap ke barat Nilai E : 20.

$$\begin{aligned}
 Btu &= \frac{(W \times H \times I \times L \times E)}{60} \\
 &= \frac{(36 \times 13 \times 18 \times 29 \times 20)}{60} \\
 &= 81432 \text{ Btu}
 \end{aligned}$$

Maka kapasitas AC yang di pilih 2.5 PK dan jumlah AC yang dipakai dalam ruangan ini adalah sebanyak 4 buah.

### 3.4. Pembagian Kelompok Box Panel

Suatu instalasi listrik penerangan, *power* dan AC, pembagian kelompok sangat perlu dikarenakan untuk memudahkan perhitungan maupun pembagian bebannya, disamping itu pembagian kelompok ini berguna untuk memudahkan dalam segi kerapihan dan perawatan instalasi listriknya. Pada perancangan instalasi ini dibagi menjadi 3 kelompok untuk beban penerangan dan 2 kelompok untuk beban AC dalam 2 panel distribusi untuk tiap lantai gedung.

#### 3.4.1. Panel Lantai 1

Lantai 1 bangunan gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten ini, dalam pemasangan panel instalasinya akan dibagi menjadi 3 kelompok 3 fasa dan 2 kelompok 3 fasa karena menggunakan sistem 3 fasa (R, S, T). Untuk tiap kelompok tersebut akan melayani beberapa ruangan dengan



beban berupa lampu, pompa angkat, AC dan stop kontak.

### 3.5. Pembagian Daya dan Arus Pada Masing – Masin Beban Penerangan Dan Power

Daya yang terpasang pada lampu adalah daya nyata (P) maka untuk mencari daya semu harus menggunakan  $\cos \phi$ .  $\cos \phi$  yang digunakan adalah 0.8, dimana nilai ini merupakan standar PLN. Untuk mengetahui jumlah total daya dan arus pada setiap kelompok fasa yang berada di peralatan listrik yang terpasang pada gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten dapat di cari sebagai berikut :

#### 3.5.1. Lantai 1

##### 1. Beban R1

- a. Untuk beban lampu dan pompa air terdiri dari :

$$\text{Ruang C.1.1} = 16 \times 45 \text{ W} = 720 \text{ W}$$

Jadi total daya lampu 720 W, Selanjutnya untuk mencari arus lampu adalah:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \phi} = \frac{720}{220 \times 0.8} = 4.09 \text{ A}$$

- b. Stop kontak terdiri dari 3 x 4 A, sehingga total 8.09 A.

Untuk lebih jelasnya pembagian beban akan disajikan dalam bentuk tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pembagian daya dan arus penerangan lantai 1.

Ruang	P (m)	L (m)	Jenis Beban							Kelompok Fasa
			L. LHE 45W	L. LHE 18W	Saklar Seri	Saklar Tunggal	Beban (W)	$I = \frac{P}{V \times \cos \phi}$	Stop Kontak	
									Total I	
Ruang kelas C.1.1	11	9	16		2		720	4.09	3 x 4 A	R1
Ruang kelas C.1.5	9	9	13		2		585	3.32	3 x 4 A	S1
Ruang kelas C.1.2	10	9	18		2		810	4.60	3 x 4 A	T1
Ruang kelas C.1.3	10	9	18		2		810	4.60	3 x 4 A	R2
Lorong depan kelas	74	2	16		2		720	4.09	0	S2
Toilet pria	3	3		2	1		36	0.20	0	T2
Toilet wanita	3	3		2	1		36	0.20	0	T2
Lorong tangga	3	6		10		2	180	1.02	0	T2
Pompa angkat							200	1.13	1 x 4 A	T2
Ruang kelas C.1.4	10	9	18		2		810	4.60	3 x 4 A	R3
Ruang kelas C.1.6	9	9	13		2		585	3.32	3 x 4 A	S3
Ruang kelas C.1.7	9	9	13		2		585	3.32	3 x 4 A	T3
Jumlah Total			125	14	18	2	6077	34.49		62.49

### 3.6. Pembagian Daya dan Arus Pada Masing-Masing Beban AC

#### 3.6.1. Lantai 1

##### 1. Beban S2

Untuk beban AC S2 terdiri dari :

$$\text{Ruang C.1.2 dan C.1.3} : 2 \times 1119 \text{ W} = 2238 \text{ W.}$$

Jadi total daya AC untuk S1 adalah 2238 W, selanjutnya untuk mencari arus AC adalah:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \phi} = \frac{2238}{220 \times 0.8} = 12.71 \text{ A}$$

Untuk lebih jelasnya pembagian beban akan disajikan dalam bentuk tabel 4.3.

Tabel 4.3. Pembagian daya dan arus AC pada lantai 1.

Ruang	No AC	Kapasitas AC (PK)	Jumlah AC	Beban (W)	$I = \frac{P}{V \cos \phi}$	Stop Kontak	Kelompok Fasa
R.C.1.1	1	2	1	1492	8.47	1 x 4 A	R1
R.C.1.1	2	2	1	1492	8.47	1 x 4 A	S1
R.C.1.1	3	2	1	1492	8.47	1 x 4 A	T1
R.C.1.2	4-5	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	R2
R.C.1.2 & R.C.1.3	6-7	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	S2
R.C.1.3	8-9	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	T2
R.C.1.4	10-11	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	R3
R.C.1.4 & R.C.1.5	12-13	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	S3
R.C.1.5	14-15	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	T3
R.C.1.6	16-17	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	R4
R.C.1.6 & R.C.1.7	18-19	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	S4
R.C.1.7	20-21	1.5	2	2238	12.71	2 x 4 A	T4
Jumlah			21	24618	139.87		

### 3.7. Perhitungan Nilai Pasang MCB Box Panel

Perhitungan nilai pasang ini dimaksudkan untuk menentukan arus pengaman pada MCB yang akan dipakai di distribusi panel (DP) dan di *main* distribusi panel (MDP) ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan diantaranya :

- Apakah nilai arus pada MCB yang diperoleh dari perhitungan tersebut terdapat dipasaran atau tidak.
- Selain lampu, beban apa saja yang akan digunakan.
- Sebagai antisipasi jika disuatu saat nanti ada penambahan beban yang besarnya tidak diketahui, sehingga diharapkan pada MCB masih mampu menahan penambahan beban tersebut.

#### 3.7.1. Penerangan dan Power

##### 1. Lantai 1

###### a. Kelompok 1

Arus pada kelompok 1 adalah :

Arus fasa R1 = 8.09 A, arus fasa S1 = 7.32 A, arus fasa T1 = 8.60 A.

Dari masing-masing fasa diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa untuk tiap fasa digunakan pengaman arus MCB 1P 10 A dan untuk fasa kelompok 1 digunakan pengaman arus MCB 3P 30 A. nilai arus ini akan digunakan pada

distribusi panel (DP) lantai 1. Setelah mengetahui arus, maka daya maksimal yang mungkin akan dipakai untuk kelompok 1 adalah :

$$P = 3.V.I.\cos\phi$$

$$= 3 \times 220 \times 10 \times 0.8 = 5280 \text{ W}$$

###### b. Kelompok 2

Arus pada kelompok 2 adalah :

Arus fasa R2 = 8,60 A, arus fasa S2 = 4.09 A, arus fasa T2 = 2.55 A.

Dari masing-masing fasa diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa untuk tiap fasa digunakan pengaman arus MCB 1P 10 A dan untuk fasa kelompok 2 digunakan pengaman arus MCB 3P 30 A. nilai arus ini akan digunakan pada distribusi panel (DP) lantai 1. Setelah mengetahui arus, maka daya maksimal yang mungkin akan dipakai untuk kelompok 2 adalah :

$$P = 3.V.I.\cos\phi$$

$$= 3 \times 220 \times 10 \times 0.8 = 5280 \text{ W}$$

###### c. Kelompok 3

Arus pada kelompok 3 adalah :

Arus fasa R3 = 8,60 A, arus fasa S3 = 7.32 A, arus fasa T3 = 7.32 A.

Dari masing-masing fasa diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa untuk tiap fasa digunakan pengaman arus MCB 1P 10 A dan untuk fasa kelompok 3 digunakan pengaman arus MCB 3P 30 A. nilai arus ini akan digunakan pada distribusi panel (DP) lantai 1. Setelah mengetahui arus, maka daya maksimal yang mungkin akan dipakai untuk kelompok 3 adalah :

$$P = 3.V.I.\cos\phi$$

$$= 3 \times 220 \times 10 \times 0.8 = 5280 \text{ W}$$

Tabel 4.4. Perhitungan nilai pasang MCB box panel beban penerangan dan power lantai 1



Kelompok fasa	Arus (A)	MCB yang dipakai tiap fasa	MCB yang dipakai pada panel distribusi	Daya maksimal tiap kelompok
R 1	8.09	1 P x 10 A	3 P x 30 A	5280 W
S 1	7.32	1 P x 10 A		
T 1	8.60	1 P x 10 A		
R 2	8.60	1 P x 10 A		5280 W
S 2	4.09	1 P x 6 A		
T 2	2.56	1 P x 6 A		
R 3	8.60	1 P x 10 A		5280 W
S 3	7.32	1 P x 10 A		
T 3	7.32	1 P x 10 A		

Setelah diketahui pemakaian daya pada masing-masing lantai, maka untuk mengetahui jumlah nilai pasang daya yang ada di bangunan gedung perawatan STIKES Muhammadiyah Klaten adalah sebagai berikut :

Jumlah nilai pasang daya (penerangan dan *power*) lantai 1 + daya total (AC) lantai 1 + jumlah daya total (penerangan dan *power*) lantai 2 + daya total (AC) lantai 2 = ( 2115 W + 1982 W + 1980 W ) + ( 4476 W + 6714 W + 6714 W + 6714 W ) + ( 2025 W + 1912 W + 1980 W ) + ( 5595 W + 8952 W + 8952 W + 10444 W + 9325 W ) = 6077 W + 24618 W + 5917 W + 43268 W = 79880 W = 79.88 kW = 99850 VA = 99.85 kVA.

Untuk menentukan kapasitas transformator dapat menggunakan hasil hitungan penjumlahan beban (P) terpasang di gedung dibagi dengan perkiraan faktor daya (Cos  $\phi$ ) di MDP (*main* distribusi panel).

Kapasitas transformator :

$$\frac{P}{\cos \phi} = \frac{79880 \text{ W}}{0.8} = 99850 \text{ VA} \\ = 99.85 \text{ kVA}$$

Sehingga kapasitas transformator yang diajukan ke PLN adalah 99.85 kVA jenis transformator *step down* 3 fasa, frekuensi 50 Hz, dengan perubahan

tegangan 20/0.4 kV.

### 3.8. Kapasitas Daya Yang Digunakan Genset

Dalam pemasangan genset yang digunakan adalah yang mempunyai kapasitas daya dari keseluruhan daya total yang dibutuhkan Gedung Perawatan STIKES Muhammadiyah Klaten. Dari hasil pembagian kebutuhan daya genset dapat diketahui bahwa daya yang digunakan sebagai beban genset adalah sebesar 79.88 kW dari daya total gedung. Sehingga genset yang digunakan adalah genset dengan kapasitas daya yang lebih dari kebutuhan daya total beban gedung tersebut. Dengan asumsi bahwa agar suplai pada saat terjadi beban penuh atau puncak, genset tidak mengalami *drop* suplai daya ke beban. Agar daya genset yang digunakan mencapai 100%, untuk itu dilakukan perhitungan. Terlebih dahulu mencari *demand factor* (DF) selanjutnya menentukan kapasitas daya yang harus digunakan genset, dengan rumus sebagai berikut :

$$DF = \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Beban Total Terpasang}}$$

Catatan :

Beban Maksimum dan Beban Total Terpasang nilainya dibuat sama karena merupakan rancangan baru.

Kapasitas daya :

1. DF x Beban Total Terpasang x faktor keamanan trafo.
2. DF x Beban Total Terpasang x 125%.

#### 3.8.1. Beban Daya Genset

Dimana,

$$P = 79.88 \text{ kW}$$

$$\cos \phi = 0.8$$

$$\text{Demand Factor (DF)} = \frac{79.88 \text{ kW}}{79.88 \text{ kW}} = 1$$

$$\text{Kapasitas daya} = 1 \times 79.88 \times 125\% \\ = 99.85 \text{ kW}$$

Jadi, kebutuhan daya yang digunakan genset adalah sebesar 99.85 kW. Dan menentukan rating kinerja genset dalam

kVA, maka didapatkan daya genset dalam kVA sebesar :

$$\text{Daya Genset} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{99.85 \text{ kW}}{0.8} = 124.81 \text{ kVA}$$

Sehingga rating kinerja daya genset yang digunakan adalah dengan kapasitas daya kurang lebih atau sama dengan daya genset, karena dengan asumsi relativitas beban tidak mungkin semua beban akan digunakan secara bersamaan. Oleh karena itu genset yang digunakan dengan kapasitas daya sebesar 130 kVA.

### 3.9. Menentukan Diameter Penampang Saluran dan Rugi Tegangan

Pada instalasi rugi tegangan dihitung dari alat pengontrol adalah maksimum 2 % untuk instalasi lampu pijar dan maksimum 5 % untuk instalasi alat-alat listrik lainnya, misalnya motor listrik (AC). Untuk mengetahui diameter penampang saluran dan rugi tegangan pada tiap-tiap beban pada saluran distribusi rancangan instalasi gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten adalah sebagai berikut :

#### 3.9.1. Lantai 1

##### 1. Fasa R1

Diketahui :

$q$  = Penampang saluran ( $\text{mm}^2$ )

$\Delta V$  = Rugi tegangan dalam volt

$L$  = Panjang rute saluran : 97 meter.

$V$  = Tegangan antar 2 saluran (fasa-netral) : 220 v.

$P$  = Daya/beban dalam watt : 720 watt

$\lambda$  = Daya hantar jenis tembaga : 56 m/ $\Omega \text{ mm}^2$

$\Delta V$  = Rugi tegangan dalam % : 2 %

Setelah diketahui dari data tersebut maka dapat kita cari :

##### a. Penampang saluran :

$$q = \frac{L \times P \times 200}{V \times V \times \Delta V \times \lambda} \quad (\text{mm}^2)$$

$$q = \frac{97 \text{ meter} \times 720 \text{ watt} \times 200}{220 \text{ volt} \times 220 \text{ volt} \times 2 \times 56 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2}$$

$$q = 2.57 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Kawat yang ditetapkan 2.5  $\text{mm}^2$

##### b. Rugi tegangan dalam volt :

$$\begin{aligned} \Delta V &= \frac{L \times P}{\lambda \times q \times V} \quad (\text{volt}) \\ &= \frac{97 \text{ meter} \times 720 \text{ watt}}{56 \times 2.5 \times 220 \text{ volt}} \\ &= 2.26 \text{ volt} \end{aligned}$$

##### c. Rugi tegangan dalam % :

$$\Delta V = \frac{2.57 \text{ (mm}^2\text{)} \times 2 \%}{2.5 \text{ mm}^2} = 0.02056 \%$$

### 3.10. Penghantar Yang Digunakan

Dalam pemasangan instalasinya, penghantar yang digunakan adalah NYM 2 x 1.5  $\text{mm}^2$ , NYM 2 x 2.5  $\text{mm}^2$  dan NYM 3 x 2.5  $\text{mm}^2$ , dalam penggunaannya kabel NYM digunakan untuk penyambungan dalam ruangan. selain NYM, kabel yang dipakai adalah kabel NYY 4 x 16  $\text{mm}^2$  kabel ini digunakan untuk menghubungkan panel distribusi lantai 1 ke MDP (*main* distribusi panel) atau sebagai saluran masuk maupun keluar antar panel dan NYY 4 x 35  $\text{mm}^2$  kabel ini digunakan untuk menghubungkan atau sebagai saluran panel distribusi lantai 2 ke MDP (*main* distribusi panel). Sedangkan untuk penghantar pada MDP (*main* distribusi panel) menggunakan kabel NYFGbY 4 x 70  $\text{mm}^2$  untuk menyalurkan tenaga dari trafo ke MDP (*main* distribusi panel) dan kabel NYFGbY 4 x 95  $\text{mm}^2$  untuk menyalurkan tenaga dari genset ke MDP (*main* distribusi panel).

### 3.11. Sistem plumbing

### 3.11.1. Menentukan Kebutuhan Air Bersih

Dalam menentukan sistem penyediaan air bersih suatu bangunan kebutuhan air bersih dapat dihitung dengan tiga cara yaitu, berdasarkan jumlah penghuni (mahasiswa/mahasiswi/dosen), berdasarkan jenis dan jumlah alat *plumbing* dan berdasarkan beban unit alat *plumbing*. Luas bangunan gedung timur STIKES Muhammadiyah Klaten untuk lantai 1 dan 2 sama  $814 \text{ m}^2 \times 2$  yaitu  $1628 \text{ m}^2$  dan jumlah/beban penghuni di asumsikan 560 orang dimana setiap kelas/ruang terdapat 40 penghuni  $\times$  14 kelas/ruang.

#### 1. Untuk mencari kebutuhan air perhari :

$$\begin{aligned} Q &= (n) \text{ jumlah penghuni} \times \text{kebutuhan} \\ &\quad \text{rata - rata perhari} \\ &= 560 \text{ orang} \times 80 \text{ liter} \\ &= 44800 \text{ liter} \end{aligned}$$

Diperkirakan butuh tambahan sampai 20 % untuk mengatasi kebocoran, penyiraman dan lain-lain.

$$\begin{aligned} Q_d &= (100\% + 20\%) \times Q \\ &= 1.2 \times 44800 \\ &= 53760 \text{ liter/hari atau} \\ &\quad 53.76 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### 2. Pemakaian air rata-rata :

$$\begin{aligned} Q_h &= \text{Pemakaian air rata-rata (m}^3/\text{jam)} \\ Q_d &= \text{Pemakaian air rata-rata sehari (m}^3) \\ &\quad : 53.76 \text{ m}^3/\text{hari} \\ T &= \text{Jangka waktu pemakaian (jam)} : 6 \\ &\quad \text{jam} \end{aligned}$$

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} = \frac{53.76}{6} = 8.89 \text{ m}^3/\text{jam}$$

#### 3. Pemakaian air pada jam puncak :

$$\begin{aligned} Q_{h-\max} &= (C_1) \times (Q_h) \\ &= 2 \times 8.89 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 17.92 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 17920 \text{ liter/jam} \\ &= 298.3 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

#### 4. Pemakaian air pada menit puncak:

$$Q_{m-\max} = \frac{C_2 \times (Q_h)}{60}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 8.89 \text{ m}^3/\text{jam}}{60} \\ &= 0.448 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 448 \text{ liter/ menit} \\ &= 7.46 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

### 3.11.2. Menentukan Kapasitas Tangki Atas

Untuk merencanakan volume tangki yang berfungsi menyimpan air untuk kebutuhan air bersih. Data yang di dapatkan :

$$VE = \text{Kapasitas efektif tangki atas (liter)}$$

$$Q_p = \text{Kebutuhan puncak (liter/menit)} : 448 \text{ liter}$$

$$Q_{\max} = \text{Kebutuhan jam puncak (liter/menit)} : 298 \text{ liter}$$

$$Q_{pu} = \text{Kapasitas pompa pengisi (liter/menit)} : 298 \text{ liter}$$

$$T_p = \text{Jangka waktu kebutuhan Puncak (menit)} : \text{bila ditetapkan 30 menit}$$

$$T_{pu} = \text{Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)} : \text{bila ditetapkan 10 menit}$$

Maka VE :

$$\begin{aligned} VE &= (Q_p - Q_{\max}) T_p + Q_{pu} \times T_{pu} \\ &= (448 - 298) \times 30 + 298 \times 10 \\ &= 7480 \text{ liter} = 7 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 3.11.3. Menentukan Diameter Pipa Air Dari Pompa Ke Roof Tank

Penentuan ini diperlukan untuk menentukan ukuran pipa yang digunakan pada gedung ini, dan untuk mengetahui dimensi pipa air bersih dengan menentukan debit pengaliran. Berikut adalah perhitungan penentuan dimensi pipa air bersih dari pompa menuju ke *roof tank*. Dimana data yang di dapatkan :

#### 1. Kecepatan rata-rata aliran air (v)

$$Q_h = \text{Pemakaian air rata-rata (m}^3/\text{jam)} : 8.89 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$A = \text{Panjang aliran pipa lurus (m}^2)$$

: 8 m<sup>2</sup> (didapatkan dari tinggi bangunan belum termasuk atap genteng)

$$v = \frac{Q \cdot h}{A} = \frac{8.89 \text{ m}^3/\text{jam}}{8} = 1.12 \text{ m/detik}$$

2. Volume tangki atas / *roof tank* (vrt) = 7480 liter = 7 m<sup>3</sup>

3. Waktu pemompaan = 10 menit = 600 detik

4. Perhitungan untuk mengetahui debit pengaliran yang di rencanakan dari pompa menuju ke *roof tank*.

$$Q = \frac{7 \text{ m}^3}{600 \text{ detik}} = 0.0116 \text{ m}^3/\text{detik} = 11.6 \text{ liter/detik}$$

5. Perhitungan untuk menentukan dimensi pipa air bersih dari dari pompa menuju ke *roof tank*.

$$D = \frac{4 \times (0.0116) \text{ m}^3}{3.14 \pi \times 1.1 \text{ m/detik}} = \frac{0.0464}{3.454} = 0.0134 \text{ m} = 1.34 \text{ cm} = 13.4 \text{ mm}$$

Diameter yang tersedia dipasaran adalah 15 mm, maka diameter pipa air bersih dari pompa menuju ke *roof tank* adalah 13.4 mm atau 1/2 inch.

### 3.11.4. Menentukan Head Pompa

Untuk mencari besar *head* pompa yang diperlukan dapat dinyatakan dengan persamaan *Bernoulli* :

1. *Head* statis (H<sub>a</sub>)

Adalah jarak antara permukaan air tangki atas dengan permukaan pompa bawah dalam gedung ini adalah 8 m<sup>2</sup>.

2. Perbedaan *Head* tekanan pada kedua permukaan air (Δh<sub>p</sub>)

Karena P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub> merupakan tangki terbuka, maka P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub> = 0, sehingga:  $\Delta h_p = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} = 0 \text{ m}$

3. Kerugian *Head* (H<sub>l</sub>)

a. *Head* kerugian gesek dalam pipa (h<sub>f</sub>)

Sebelum mencari *Head*, ditentukan terlebih dahulu apakah aliran yang terjadi adalah aliran *laminer* atau aliran *turbulen* dengan menggunakan bilangan *Reynolds*, yaitu:

dimana,

Re = Bilangan *Reynolds*

V = Kecepatan aliran (m/s) : 1.12 m/s

d = Diameter pipa (m) : 0.0134 m

ν = Visikositas kinematik air (m<sup>2</sup>/s)

$$= \nu : 0.801 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (pada suhu } 30^\circ\text{C)}.$$

Bila Re < 2300, aliran bersifat *laminer*

Bila Re > 4000, aliran bersifat *turbulen*

Maka Re :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{1.12 \text{ m/s} \times 0.0134 \text{ m}}{0.801 \cdot 10^{-6}} \\ &= \frac{0.015008}{0.000000801} = 18736.5 \end{aligned}$$

Karena Re > 4000, maka aliran yang terjadi bersifat *turbulen*.

Maka untuk menghitung kerugian gesek yang terjadi dalam pipa menggunakan persamaan *Darcy Weisbach* : dimana,

h<sub>f</sub> = *Head* kerugian dalam pipa (m)

λ = Koefisien kerugian gesek

Untuk mencari λ menggunakan formula *Darcy* untuk aliran *turbulen*, dengan rumusnya adalah:

$$\lambda = 0.020 + \frac{0.0005}{0.0134(d)} = 0.0573$$

L = Panjang pipa (m) : 57 m

d = Diameter pipa (m) : 0.0134 m

g = Percepatan gravitasi (m/s) : 9.81 m/s<sup>2</sup>

v = Kecepatan aliran (m/s) : 1.12 m/s

Maka h<sub>f</sub> :

$$\begin{aligned} h_f &= \lambda \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g} \\ &= 0.0573 \times \frac{57 \times (1.12)^2}{0.0134 \times (2 \times 9.81)} \\ &= 15.52 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Kerugian *head* kerugian *plumbing accessories* (h<sub>e</sub>).

dimana,

h<sub>e</sub> = *Head* kerugian *plumbing accessories* (m)

K = Koefisien kerugian

Kerugian *plumbing accessories*

<i>Elbow/siku</i>	: $0.9 \times 17 = 15.3$
<i>T-baku</i>	: $1.8 \times 11 = 19.8$
<i>Katup bola</i>	: $10 \times \frac{3}{4} = 7.5$
	<b>65.1</b>

Maka  $h_e$  :

$$h_e = K \frac{v^2}{2g} = 65.1 \times \frac{(1.12)^2}{2 \times 9.81} = 4.1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{setelah itu } H_1 &= h_f + h_e \\ &= 15.52 + 4.1 \\ &= 19.62 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka besar *head* total pompa (H) adalah :  
dimana,

$H$  = *Head* total pompa (m)

$H_a$  = *Head* statis total, yaitu vertikal antara permukaan air sisi keluar dengan permukaan air sisi isap (m) : 8 m<sup>2</sup>.

$\Delta h_p$  = Perbedaan *head* tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m) : 0 m.

$H_l$  = Kerugian *head* pada pipa yang Menyakut panjang pipa, *fitting*, Katu (*valve*), dan lain-lain : 19.62 m.

$\frac{v^2}{2g}$  = Tekanan kecepatan pada lubang keluar pipa (m) : 0.0639 m.

Maka  $H$  :

$$\begin{aligned} (H) &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v^2}{2g} \\ &= 8 + 0 + 19.62 + 0.0639 \\ &= 27.68 \text{ m} \end{aligned}$$

### 3.11.5. Menentukan Pipa Air Bersih, Buangan dan Air Hujan

#### 1. Pipa air bersih dan buangan

Dalam menghitung diameter panjang pipa air buangan dan air bersih secara praktis hanya menggunakan tabel-tabel, tidak memperhitungkan faktor gaya gesek dan kehilangan tenaga akibat belokan dan penggunaan alat-alat sambung :

1. Pipa utama air kotor / buangan

a. Pipa *kloset* : 75 mm, sekitar 3 *inch*.

Pipa utama air sanitasi : 100 mm, sekitar 4 *inch*.

b. Pipa bak cuci tangan (*washtafel*) ukuran biasa : 32 mm, sekitar 1 ¼ *inch*.

Pipa utama buangan : 75 mm, sekitar 3 *inch*.

2. Pipa air bersih transfer sekitar ¾ *inch*.

Pipa air bersih utama air bersih : 15 mm, sekitar ½ *inch*.

## 2. Pipa Air Hujan

Untuk mencari/menghitung jumlah dan besar pipa tegak untuk air hujan dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

Luas atap = 814 m<sup>2</sup>, dihitung dari luas bangunan gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten. Berdasar data dari direktorat meteorology dan geofisika curah hujan rata-rata di Indonesia antara 300-500 mm/m<sup>2</sup>/jam = 5-8 liter/menit.

$$\begin{aligned} \text{Curah hujan} &= 814 \text{ m}^2 \times 5\text{-}8 \text{ liter/menit} \\ &= 4.070\text{-}6.512 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

Luas atap 814 m<sup>2</sup> menggunakan diameter 5 *inch* dengan kapasitas lebih kurang 990 liter/menit. Jika curah hujan = 5.000 liter/menit, maka air hujan akan mengalir ke bawah dalam waktu 1 x 5 *inch* = 5.000/990 = 5 menit. Untuk mempercepat pembuangan air diperlukan pipa 5 *inch* sebanyak 5 buah yang tersebar letaknya sehingga air di atas atap pada saat tertentu akan terbang keluar dalam waktu 1 menit.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada perancangan *mekanikal elektrik plumbing (MEP)* gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kebutuhan daya pada instalasi gedung perawat STIKES Muhammadiyah

- Klaten sebesar 79880 W = 79.88 kW = 99850 VA = 99.85 kVA. Dan kapasitas genset yang ditetapkan sebesar 130 kVA. Kapasitas pengaman atau MCB pada distribusi panel (DP) lantai 1 adalah sebesar 58.297 A 3 fasa, untuk lantai 2 adalah sebesar 93.414 A 3 fasa dengan total kebutuhan arus pada semua beban sebesar 151.71 A 3 fasa.
2. Besar kapasitas/daya AC yang digunakan sebesar 1.5 PK, 2 PK dan 2.5 PK, pemasangan disesuaikan ukuran ruangan pada gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten.
  3. Pemakaian air bersih rata-rata pada gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten sebesar  $8.89 \text{ m}^3/\text{jam}$ , kebutuhan *head* pompa 27.68 m, dengan kapasitas tangki air sebesar 7480 liter.
  4. Kebutuhan biaya perancangan *mekanikal elektrik plumbing (MEP)* gedung perawat STIKES Muhammadiyah Klaten sebesar Rp. 527.042.003,00.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, Hasyim. *Hibah Buku Ajar Instalasi Listrik Industri*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Habibi, M. 2009. *Perencanaan Instalasi Listrik Hotel Grand best weatern solo*. Surakarta
- Harten, Van dan Setiawan, E. 1991. *Instalasi Listrik Arus Kuat 1*. Bandung: Binacipta.
- Hasan Basri, M. 2008. *Rancang Bangunan Diagram Satu Garis Rencana Sistem. Distribusian Tenaga Listrik Di Gedung Bertingkat (Highrises Bulilding)*. Depok.
- Loekmantara, A. 2012. *Sistem Ac (Air Conditioning) / Sistem Tata Udara*. Jakarta.
- Moh. Noerbambang, Soufyan dan Morimura, Takeo. 1993. *Perencanaan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 - 6481-2000, Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.
- Wiko Indaryanto, Hari. 2008. *Perencanaan Sistem Plambing Dan Sistem Fire Hydrant Di Gedung Tower "A" Apartemen Bersubsidi Puncak Permai Surabaya Design Plumbing and Fire Hydrant System of "A" Tower Building Puncak Permai Subsidized Apartment Surabaya*. Surabaya.